



EESTI MAAÜLIKOOL

Metsandus- ja maaehitusinstituut

Joonas Horn

**HARVESTERI PONSSE SCORPIONKING TÖÖAJA
ANALÜÜS LAGERAIEL**

**WORK TIME ANALYSIS OF HARVESTER PONSSE
SCORPIONKING IN CLEARFELLING**

Bakalaureusetöö

Metsanduse erialal

Juhendaja: lektor Vahur Kurvits, *MSc*

Tartu 2018

Eesti Maaülikool		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51014			
Autor: Joonas Horn		Õppekava: Metsandus	
Pealkiri: Harvesteri Ponsse ScorpionKing tööaja uurimine lageraiel			
Lehekülgi: 28	Jooniseid: 9	Tabeleid: 0	Lisasid: 2
Õppetool:		Metsakorraldus ja metsatööstus	
Uurimisvaldkond:		Metsatööstus	
Juhendaja:		Vahur Kurvits	
Kaitsmiskoht ja aasta:		Tartu, 2018	
<p>Käesolevas lõputöös on analüüsitud Ponsse ScorpionKing tööaja jaotusi lageraiel. Saadud tulemused on pandud võrdlusesse töös uuritavate operaatorite vahel kui ka varasemalt tehtud töö vahel. Töö lõpus on tehtud ka järeldusi ning ettepanekuid paremateks töötingimusteks ning tööefektiivsuse saavutamiseks.</p> <p>Antud töö andmed on kogutud filmimise teel ohutus kauguses metsaraie masina tööalast. Videomaterjali on kogutud kahe päeva jooksul 6 tundi ja 32 minutit. Peale välitööde teostamise toimus videomaterjali kronomeetrimine.</p> <p>Töö koosneb mitmetest erinevatest osadest milleks on masinmetsaraie ajaloo tutvustus ning mõningad tööpõhimõtted. Teine osa jaguneb mitmeteks alapeatükkideks, nende hulgas raiealade iseloomustus, kus on välja toodud raiealadel esinevad puuliigid ning nende keskmised vanused ja kõrgused. Samuti on teises osas operaatorite kirjeldused ja uuritava metsaraiemasina tutvustus koos selle lõikepeaga. Peale selle on veel autori poolt lahti seletatud välitööde metoodika, kus peamiseks tegevuseks oli filmimine ning kõige lõpuks kameraaltööde metoodika. Kolmandas osas on esitatud saadud tulemused ning analüüs kui kaua on iga tegevus aega võtnud. Kõige suurema ajakuluga tööprotsess operaatoril A oli puu töötlemine, sellele järgnes noolepea liigutamine,</p>			

masina liikumine ja raiejäätmete liigutamine ning töötlemine. Sellele lisandusid remont ning muu aeg.

Töö autorile avanes hea ülevaade harvesteri tööst lageraiel, mis on heaks õppefunktsiooniks. Kindlasti on sellest uurimusest kasu ka firmale, kelle harvesteride kohta uurimustöö oli.

Märksõnad: Ponsse ScorpionKing, tööaja uurimine, lageraie

Estonian University of Life Sciences		Abstract of Bachelor's Thesis	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51014			
Author: Joonas Horn		Specialty: Forestry	
Title: Work time analysis of harvester Ponsse ScorpionKing in clearfelling			
Pages: 28	Figures: 9	Tables: 0	Appendixes: 2
Chair:		Forest Management and Forest Industry	
Field of research:		Forest Industry	
Supervisor:		Vahur Kurvits	
Place and date:		Tartu, 2018	
<p>The aim of the current thesis is to analyse work time distribution on the clearfelling of the Ponsse ScorpionKing. The obtained results is been put in comparison with the operators that are analyzed in the thesis and also with the thesis done before. In the end of this thesis there is been done conclusions and suggestions for the better working conditions for achieving work efficiency.</p> <p>The data of this thesis is gathered by filming from safe distance from the logging machine's work area. There is 6 hours and 32 minutes of video material. The chronometry of the video material took place after the field work.</p> <p>This thesis consists of different numerous parts, which are machine forestry history introduction and several work principles. The second part is divided in several sub-sections, including the specification of the clearfelling area, where there is pointed out area's tree species and its average age and heights. Also in the second part, there is specifications of operators and harvesters introduction with its cutting head. Besides that author is explaining the methodics of field work, where the main activity was filming and in the end data reduction. In the third part there is presented results and</p>			

analysis of how long activities took time. The biggest time consuming work process of the operator A was tree processing, which was followed by movement of the crane, machine movement, moving and processing the branches. These were added by repairing and miscellaneous time.

The work of the harvester on clearfelling gave author a great overview, which is great learning function. Most certainly there is benefit of this thesis for the company, whose harvesters were the main research topic.

Keywords: Ponsse ScorpionKing, work time analysis, clearfelling,

SISUKORD

SISSEJUHATUS	7
1. MASINMETSARAIE KUJUNEMINE JA PÕHITÕED	8
2. MATERJALID JA METOODIKA	9
2.1 Raiealade iseloomustus	9
2.2 Masina operaatorid.....	10
2.3 Uuritav harvester.....	11
2.4 Välitööde metoodika	13
2.5 Kameraaltööde metoodika	14
3. TULEMUSED JA ANALÜÜS	16
3.1 Tööaja jagunemise tulemused operaator A jälgimisel	16
3.2 Tööaja jagunemise tulemused operaator B jälgimisel	18
3.3 Operaatorite võrdlus.....	21
4. VÕRDLUS ALLAR HOLTSI (2013) LÕPUTÖÖGA.....	23
5. JÄRELDUSED JA ETTEPANEKUD.....	26
KOKKUVÕTE	27
KASUTATUD KIRJANDUS.....	29
SUMMARY.....	30
LISAD	32
Lisa 1. Ponsse ScorpionKing tehnilised andmed.....	33
Lisa 2. Lõikepea tehnilised andmed	35

SISSEJUHATUS

Lõputöö teema sai valitud huvist metsaraiemasina tööoperatsioonide vastu. Varasemaltki on tehtud sarnaseid töid erinevatel raietel ning erinevate masinate tööoperatsioonidest, kuid seekord on autor valinud masina, mille opereerimist Eesti tingimustes veel jälgitud ei ole ning seega ka selle masina tööoperatsioonide analüüs puudub. Teema valikut lihtsustas see, et tuttava kaudu oli võimalik saada ligipääs erafirma harvesteri töö jälgimiseks lageraiel.

Antud töö eesmärgiks oli uurida harvesteri tööaja jaotust lageraiel. Lisaks sellele oli võimalik tänu andmete analüüsimisele välja selgitada valitud tööoperatsioonide ajakulu põhjus lähemal jälgimisel. Töö praktiline pool koosnes tööoperatsioonide filmimisest. Paralleelselt filmimisega oli töö autoril võimalik suhelda ka masina operaatoritega ning nendelt täiendavat informatsiooni küsida nende tööoperatsioonide kohta.

Töö teoreetiline osa koosnes videomaterjali jälgimisest ja analüüsist ning mõõdetud aegade kirjapanekust. Ühtlasi nõudis see osa tööst ka kõige rohkem aega, sest pidevalt oli vaja teha videomaterjali jälgimises pause, et tööoperatsioonide ajad võimalikul täpselt kirja saada.

Antud lõputöö jaotus on jagatud neljaks peatükiks. Esimene peatükk käsitleb harvesteri päevakorda kerkimist Eestimaa pinnal. Teine peatükk hõlmab endas materjali ning metoodikat, kus töö autor kirjeldab raiealasid, kus mõõtmised läbi viidi. Peale selle on metoodikas veel operaatorite tööstaaži kirjeldus, nende arvamus ning mõned kommentaarid. Viimasena on lisatud metoodikasse informatsioon uuritava harvesteri ning selle lõikepea kohta ning väli ja kameraaltööde kirjeldus. Kolmandas peatükis on autor teinud analüüsi aegadest ning esitanud saadud tulemused. Neljanda peatükina on autor võrrelnud varasemat tehtud tööd küllaltki sarnase kasvukohatüübiga raiealal. Võrdluses kajastub operaatorite erinevused aegades ning põhjused miks need nii on.

Andmete kogumisel oli suureks abiks erafirma Dammix AS, keda sooviks tänada ja kelle metsaraiemasinate tööd sai autor filmida ning filmitu põhjal lõputööd koostada. Samuti tänuavaldus lõputöö juhendajale, kes aitas töö valmimisel kaasa ning kes tegi märkuseid ja ettepanekuid mõõdetud andmete ning töö koostamise kohta.

1. MASINMETSARAIE KUJUNEMINE JA PÕHITÕED

Harvesteriraie metsades kerkis Eestis päevakorda 1980-ndate keskel, mil siia toodi esimesed üheoperatsioonilised harvesterid. Esimene harvester eraldati Rakvere Metsakombinaadile, kuid nende plaanidesse see masin siiski ei sobinud ja seega sattus harvester Rakvere Metsamajandi kätte. Alguses oli harvesteri võimekus lõigata, järgata ning laasida kuni 25 cm jämedusega puid. Lõikamist ning järkamist ei teostanud alguses saag nagu tänapäeval see on, vaid hüdraulilised lõiketerad. Kuna märgati võrdluses mootorsaagidega harvesteri suuremat tootlikkust, hakkas harvester mootorsaagidelt tööd üle võtma. Kuigi harvester on tänapäeval ülekaalukalt tootlikum kui mootorsaed, siis endiselt kasutatakse mootorsaagisid alusmetsa raiel või jämedamate puude langetamisel mis harvesteri lõikepeale jäävad liiga jämedaks. (Keso, K. 2016)

Üheks tähtsamaks põhitoeks metsaraie masinaga töötamise juures on see, et ei tohi langetada ega laasida puid, mis mõõtmelt ei vasta masina valmistanud tehase poolt kehtestatud nõuetele.

Teiseks, kuid mitte vähemtähtsaks põhitoeks, tuleb laasitud oksad paigutada masina liigutavale tee peale, masina ette. See aitab vähendada masina poolt tekkivat pinnasekahjustust. Kindlasti tuleb ka silmas pidada metsa väljaveo masina kokkuveoteed. Pinnasereljeef ei tohi olla ebasobiv, ehk siis tuleks vältida madalaid kohti. Sõltuvalt puu suurusest, on masinale sobivaks töö tee laius 10-15 meetrit. Puud tuleks langetada kokkuveoteega risti.

Laasimine ning järkamine tuleks teostada lõikepea madalas asendis. Kindlasti on ka väga tähtis sortimentide paigutus. Tuleks vältida sortimentide segamini ajamist ning palkide üksteise alla jäämist (Kurvits 2013).

2. MATERJALID JA METOODIKA

2.1 Raialade iseloomustus

Üks raialadest, kus filmimine aset leidis, asus Valga maakonnas, Tõrva vallas, Läti piirist paari kilomeetri kaugusel. Raieala katastrinumber on 20801:001:0481. Eraldise suuruseks on 9 hektarit. Kasvukohatüübiks on jänesekapsa-pohla, peapuuliigiks mänd, vanusega 77 aastat ning kõrgusega 27 meetrit, tegemist on keskealise metsaga. Eraldises esineb ka kuuske nii esimeses kui ka teises rindes ning samuti ka järelkasvus. Esimese rinde kuuse osatähtsus oli 29%, keskmise vanusega 77 aastat, kõrgus 26 meetrit. Teise rinde kuuse osatähtsus oli 100%, keskmise vanusega 63 aastat ning kõrgus 15 meetrit. Kolmanda puuliigina oli eraldises kask, mis esineb esimeses rindes ning mille osatähtsus on 1%, keskmise vanusega 77 aastat ning kõrgus 28 meetrit. Pinnase poolest oli eraldis väga pehme ning puistut vaadates küllaltki tihe. Alusmetsa raie oli enne metsaraie masina tööd osaliselt tehtud ning seetõttu pidi operaator küllaltki palju aega rakendama alusmetsa raiejäätmete kohandamisele ning eemaldamisele. Kuigi peapuuliigiks oli eraldisel mänd, siis autori filmimise ajal jäi operaatori langetavate puude näol ette enamjaolt kuusk.

Teine raieala asus Valgamaal, Valga vallas. Eraldise suuruseks on 4,2 hektarit, kasvukohaks jänesekapsa-kõdusoo ning eraldisel oli tehtud ka kuivendust. Eraldise katastrinumber on 28901:001:0048. Peapuuliigiks oli kuusk, osatähtsusega 50%, keskmine vanus 56 aastat ning kõrgus keskmine 20 meetrit. Kuuske esines ka järelkasvus, osatähtsusega 100%, mille keskmine vanus on 16 aastat ning kõrgusega 3 meetrit. Esimeses rindes oli ka kaske, mille osatähtsus on 25% keskmine vanus 36 aastat, kõrgus 18 meetrit. Nagu ka kaske, esines esimeses rindes ka mändi osatähtsusega 25%, mille keskmine vanus oli 56 aastat ning keskmine kõrgus 20 meetrit. Langil esines ka kõvasti tuulemurdu, millega operaator tegeles autori tööaja jäädvustamisel.

2.2 Masina operaatorid

Metsamasina operaatoriteks olid keskealised meesterahvad. Nende erinevus seisnes vanusevahes, raiemasinaga töötamise staažis kui ka erinevate raiemasinade ja ka metsa väljaveomasinade juhtimises.

Esimene operaator, kellega autoril kokkupuude oli, on töötanud metsaraie masinal 15 aastat. Varasemalt ennem uuritavat masinat, oli operaator töötanud Ponsse Ergo metsaraie masinal. Natukene vähem, ligikaudu paar aastat on operaator töötanud töös uuritaval Ponsse ScorpionKing metsaraie masinal. Operaatoril puudus enne metsaraie masinal töötamist vastav koolitus ning masinaga töötamise oli ta ise endale selgeks teinud. Kuigi operaatoril puudus ka juba praeguses ettevõttes töötamisel vastav väljaõpe, siis 4 aastat tagasi saadeti ta firma poolt metsaraie masina koolitusele Luua Metsanduskooli. Operaatori sõnul on ta masinaga küllaltki rahul, viidates selle heale edasiminekuks ning masti liikuvusele. Samuti tõi ta välja kraana eelise eelnevalt töötatud metsaraiemasina suhtes – kraana paikneb kabiini külgedele kinnitatuna. Töö autori küsimise peale, et kas masina kabiinis istumine pikkade tundide tõttu laialtlevinud operaatorite seljaprobleeme ei tekita, vastas operaator, et kabiinis on küllaltki mugav ning midagi tõsist ei ole ta enda tervise suhtes täheldanud. Ühtegi negatiivset omadust operaator masina kohta konkreetselt välja tuua samuti ei osanud. Peale masinaga töötamise, tulid operaatoriga jutuks töötunnid ning makstav tasu selle eest. Operaatori sõnul on ta palgaga rahul, kuid palk siiski sõltub masina tootlikkusest. Masinaga töötamisel on 12 tunnised vahetused ööpäevaringselt ning operaatorile on just selline töötamine meeltemööda.

Teine, mõned aastad vanem operaator, on töötanud metsaraie masinal 2 aastat. Selle aja vältel on operaator töötanud töös uuritaval Ponsse ScorpionKingil. Varem oli operaator töötanud 20 aastat metsa väljaveomasinaga, sellest enamus aja Soomes erafirmades. Operaatori sõnul on ta küll varem metsaraie masina kabiinis harjutanud kätt, kuid konkreetselt töötunde teinud ei ole. Eestisse naastes hakkas operaator töötama koheselt metsaraie masinaga. Nii nagu esimene operaator, on ka teine käinud Luua Metsanduskoolis metsaraie masina juhtimise kursustel, mis kestsid paar päeva. Erinevalt esimesest operaatorist, rääkis teine, et töös uuritav masin ei ole eriti hea läbivusega ning tõi mõningad pisemad vead veel välja. Töötundide näol operaator pahameelt ei väljendanud, kuid tema sõnul on palganumber väiksem kui metsaväljaveo masina peal. Võrdluseks ütles operaator,

et kuna tal on väljaveo masinaga kogemust paari kümnendi jagu rohkem, siis just väljaveo masinal oli tema tasu tunduvalt kõrgem, viidates metsaraie masinaga vähesele töötamise kogemusele. Operaatori sõnul oli tal ka soov töötada edaspidi võimalusel uuesti Soomes või mujal Skandinaavias metsaväljaveo masinaga, sest töö kirjutamise ajast mõned nädalad varem algav RMK raierahu ajal ei leiduvat piisavalt tööd operaatorile, et teenida enda võimete kohaselt.

Edaspidiselt nimetab autor töös operaatoreid vastavalt: operaator A ja operaator B.

2.3 Uuritav harvester

Harvester on iseliikuv masin, millele on kinnitatud lõikepea, millega on võimalik raiuda ning töödelda tüvesid. Harvester liigub tavaliselt edasi kas rataste või roomikute abiga. Ratastel oleval harvesteril on neli kuni kaheksa ratast liigendraami küljes. Mõningatel harvesteridel on kabiin kinnitatud mootori kohale liigendraami külge, mõnedel aga ette liigendraami külge. Kabiinid on nii pöörlemisvõimega kui ka ilma. (Forest Operations..2017)

Töös uuritavaks harvesteriks on Ponsse ScorpionKing, mis on ühtlasi ka ettevõtte kõige uuem metsaraie masin. Harvester kuulub Tõrva vallas asuvale firmale. Peale selle on ettevõttes ka teisigi metsaraie masinaid. Filmimise ajaks oli kulunud töötunde harvesteril 8200 . Samuti mainis ära operaator, et 800 tunni pärast tuleb harvesterile järgmine hooldus. Harvester on selles ettevõttes olnud juba paar aastat.



Joonis 1. Foto harvester Ponsse ScorpionKing, operaator A pildil nähtav (autori foto)

Kuna uuritav masin on väga mitmekülgne, siis sobib masinaga töötada ka peale lageraie teistel raietel. Antud eraldistel, kus operaatorid tööd tegid, oli harvester igati sobilik enda mõõtmetelt, arvestades puu diameetreid ning liikumisvabadust.

Harvesteri juhtimis- ja programmisüsteemiks on masinal Opti4G süsteem, mis näitab operaatorile kõik vajaliku informatsiooni – raieandmed ning masinaoperatsioonid. Operaatorile teeb programmi arusaamine lihtsamaks selle eesti keelne versioon. Operaator tutvustas töö autorile ka programmi ning seletas erinevad funktsioonid harvesteri puhul ka lahti ning lisas, et nagu ikka kõik asjad, võtab ka harvesteriga töötamine ning operatsioonisüsteemidest aru saamine natuke aega ja harjumist.

Masina üks väga hea omadus on see, et töötamisel ning liikumisel ebatasasel pinnal, püsib kabiin stabiilselt ning loodis tänu sensoritele. See aitab operaatoril pidevalt näha selgelt tema ees olevaid langenud puid, oksa ja takistusi. Samuti aitavad kabiini ja kraana vahelised sensorid tuvastada kraana pöörlemissuunda, samal ajal, kui kraana alumise otsa sensorid monitoorivad kraana positsiooni. Hüdraulilise surve sensorid tuvastavad survet

tõstmissilindris, mis võimaldavad kontrollsüsteemil ette anda nõutud surve kraana kõrval olevale stabiliseerivale silindrile. Stabilisatsioonisüsteem on ka masina liikumisel aktiivne, pakkudes stabiilseid töötingimusi. Kui masinal ei ole piisavalt stabiilset jõudu, et hoida masinat õiges asendis, siis süsteem peatab masina.

Harvester Ponsse ScorpionKing lõikepea

Uuritaval harvesteril kasutati lõikepead H6. Tegemist on ühega kolmest töös uuritava harvesterile sobivast lõikepeast. Sellest väiksem lõikepea on H5 ning suurem H7. Puud, mille diameetrid on lõikepea lõikamisvõimekusest suuremad, langetatakse mootorsaega.



Joonis 2. Ponsse ScorpionKing H6 lõikepea. (autori foto)

2.4 Välitööde metoodika

Autor teostas välitööd Valgamaal, Valga vallas ning Tõrva vallas. Välitööde videomaterjal on kogutud 2018.a. märtsikuus. Maapind oli sel ajal üsna soodne metsaraie masinale metsas töötamiseks ning temperatuur kõikus -6 kraadist kuni -11 kraadini.

Kõige olulisem osa tööst oli metsaraiemasina filmimine, kuid põhirõhuna võiks siiski mainida ohutuse. Filmimiseks läks autoril vaja õiget vaatenurka metsaraiemasinalle ning

piisavat kaugust, kui mõni puu pidanuks kukkuma plaanitud langetussuunast kõrvale. Samuti arvestas töö autor seda, et ta enda videomaterjali kogudes ei segaks operaatorite tööd.

Filmimine toimus mobiiltelefoniga Samsung Galaxy S8, asetsedes spetsiaalse mobiilile tehtud statii vi peal, statii toetudes omakorda maapinnale. Filmimiseks asukoha valimine oli väga tahtis kõikide tööoperatsioonide nägemiseks, sest mõlemal filmitud langil esines kohti, kus olid kas oksahunnikud või alusmets filmimise trajektooriga ees.

Seetõttu, et töö autor jõudis mõlemale langile erinevatel aegadel, mil üks kindel operaator masinaga töötas, siis tekkis väga hea võimalus operaatorite vaheliseks võrdlusmomendiks. Võrdlusmoment kajastub töös operaatorite vahel ajaliselt ning selle kaudu tuleb välja operaatorite efektiivsus kogemuse näol. Filmitud aega kogunes töö autoril 6 tundi ja 32 minutit.

2.5 Kameraaltööde metoodika

Peale videomaterjali kogumist, analüüsis ning töötles töö autor andmeid programmiga Windows Media Player. Videomaterjali töötlemisel jagati tööoperatsioonid järgnevalt (Nurminen *et al* 2006):

- a) Puu töötlemine – Puu töötlemine on aeg, mil harvester lõikab tüve künne küljest lahti kuni selleni, mil harvester laasib ning lõikab palgi mõõtu. Autor arvestas aega alates sellest kui harvesteri lõikepea kinnitus puu külge ning asus seda läbi saagima. Ajamõõtmise lõppes sellega kui tüve viimane osa oli mõõtu lõigatud
- b) Masina liikumine – ajaperiood alates masina liikumisest kuni seismajäämiseni. Ajaarvestus hakkas pihta alates ajast mil rattad hakkasid liikuma kuni rataste seismajäämiseni
- c) Noolepea sirutamine – autor arvestas aega mil noolepea alustab liikumist ühest asendist teise, kinnitades lõikepeaga puu külge.
- d) Raiejäätmete liigutamine ühest kohast teise – aeg, mil operaator liigutas oksa, kande ning teisi raiejäätmeid. Näiteks oksi masina ette paigutamisega maapinna minimaalseks kahjustamiseks masina liikumisel. Ajaarvestamine hakkas hetkest, mil operaator lõpetas eelneva tegevuse ning liigutas raiejäätmeid ja lõppes sellega, mil algas järgmine tööoperatsioon.

- e) Remondi aeg – aeg, mil operaator remondib harvesteri purunenud või lahti tulnud detaile(filmimise ajal tuli lõikepea kett maha operaator 1 vahetuse ajal ning operaator 2 vahetuse ajal purunes lõikepea kett)
- f) Muu aeg – aeg, mis ei kuulu eelnimetatu tegevuste alla. Näiteks operaatori isiklikud tegevused, pausid.

Puu töötlemise, masina liikumise, raiejäätmete liigutamise ühest kohast teise ning noolepea liikumise näol on tegemist efektiivse tööajaga. Remondi aeg ja muu aeg ei kuulu efektiivse tööaja kategooriasse.

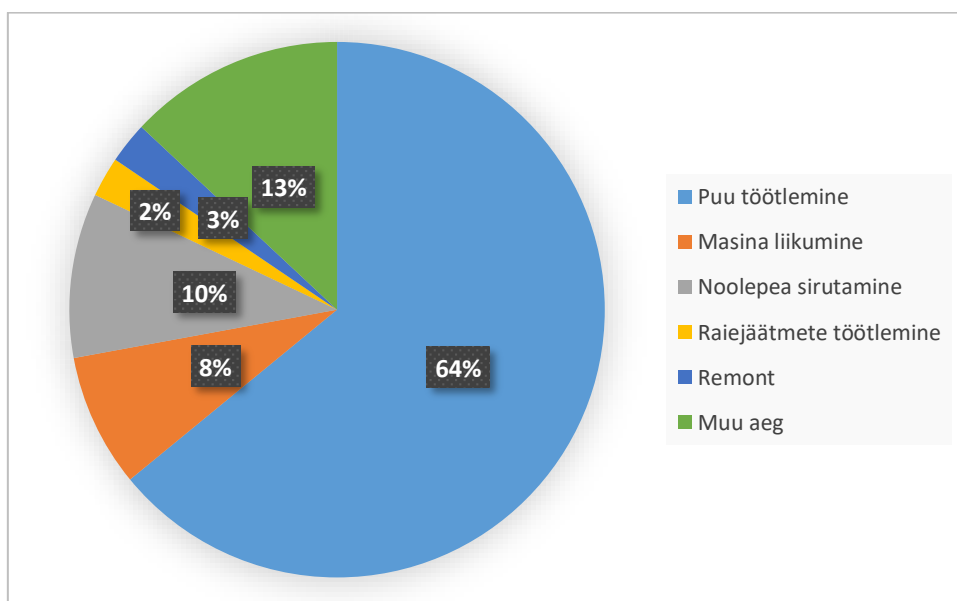
Andmete analüüsiks kasutas autor Microsoft Excel 2016 tabelarvutusprogrammi ning töö koostamisel Microsoft Word 2016. Aegade mõõtmiseks kasutas autor Samsung Galaxy S8 mobiiltelefonis olevat stopperit. Töö koostamisel ja vormistamisel on kasutatud EMÜ metsandus- ja maaehitusinstituudis kasutusel oleva juhendi „Lõputöö vormistamise nõuded“ järgi (Lõputöö...2017).

3. TULEMUSED JA ANALÜÜS

3.1 Tööaja jagunemise tulemused operaator A jälgimisel

Autor on filminud metsaraie masina tööd kahel erineval raielangil. Seega saadud mõõtmised ning tulemused arvestati eraldi. Kuna mõlemal langil tegutsesid erinevad operaatorid, siis kajastuvad ka tulemustes nende erinevused ja võrdlus.

Esimene raielank, kus filmimine aset leidis ja millest kokkuvõttev analüüs on tehtud, asub Valgamaal, Valga vallas, Tsirguliina lähedal. Operaator oli jõudnud suure osa raieist teostada enne töö autori kohale jõudmist. Tööaja jaotus kajastub allolevas sektordiagrammis.



Joonis 3. Operaator A tööaja jaotus

Nagu sektordiagrammilt näha, siis üle poole filmitud ajast läks operaatoril puu töötlemisele – 64% . Keskmiselt kulus ühe puu töötlemisele 26,51 sekundit, kõige rohkem aga 70 sekundit ning kõige kiiremini suutis operaator töödelda puud 5,37 sekundit. Kõige kauem töödeldud puu näol oli tegemist männiga, mille kannult eemaldamisel pidi operaator tegema

mitu sisselõiget just puu jämeduse tõttu. Kõige vähem kulunud aega puu töötlemisel- 5,37 sekundit läks operaatoril juba langetatud puule, kuid raiejäätmete paigutuse tõttu ei olnud võimalik seda kohe sortimentiks lõigata, küll oli see eelnevalt aga laasitud. Pärast raiejäätmete liigutamist võttis operaator tüve uuesti lõikepea vahele ning lõikas selle sortimentideks.

Just seetõttu, et autor vajas informatsiooni operaatori käest nii langi, masina kui ka operaatori enda kohta, kulus mitte-efektiivset ehk muu aega 22% kogu ajast. Sinna sisse jääb ka lõikepea saeketi tagasi panemisele, mis võttis operaatoril aega 103 sekundit.

Noolepea sirutamisele kulus keskmiselt 9% ajast, mis on ühtlasi operaatori poolt väga kiire tegutsemine. Kuna puistu ei olnud tihe ning liikumisruumi oli küllaltki palju, ei kulunud sellele tegevusele palju aega. Keskmiselt kulus noolepea liikumisele 3,91 sekundit.

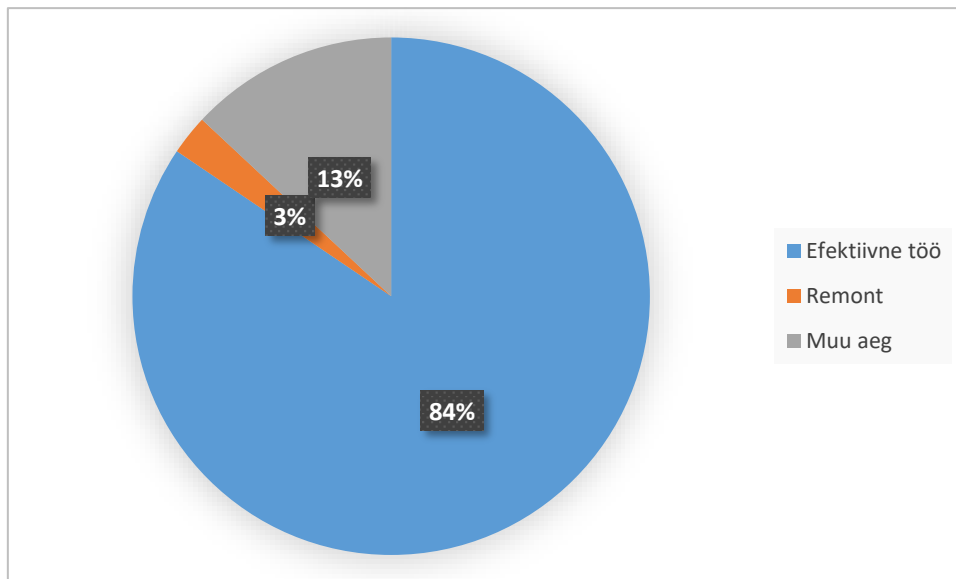
Masina liikumine võttis 8% autori filmitud ajast, mis näitab samuti, et ka noolepea sirutamisel ei olnud vaja masinal eriti edasi liikuda ning ühe koha peal seistes oli operaatoril noolepea sirutamisel puule hea ligipääs. Keskmiselt kulus masina liikumisele 5,64 sekundit.

Raiejäätmete töötlemisele ning liigutamisele kulus aga 2% autori filmitud ajast. See näitab, et antud eraldisel ei olnud alusmetsa masina teel ees ning samuti raiejäätmel ei jäänud laasimisest palju üle. Keskmiselt kulus raiejäätmete töötlemisele ning ümberpaigutamisele 7,14 sekundit.

Remondiaega kulus kõigest 103 sekundit – selle aja jooksul pani operaator lõikepea saele maha tulnud keti peale tagasi.

Kindlasti võiks ära mainida uuritava töö autori tähelduse, et masina operaatori tööoperatsioonid olid väga läbimõeldud ning konkreetsed. Operaator töötas väga efektiivselt ning lisa ajakulu tööoperatsioonidele ei kulunud. Visuaalselt oli ka näha, et operaatori liigutused masinaga olid kiired.

Alloleval sektordiagrammil on näha kogu tööaja jaotumine ning remondiaeg ja muu aeg, mil harvester ei olnud töös.

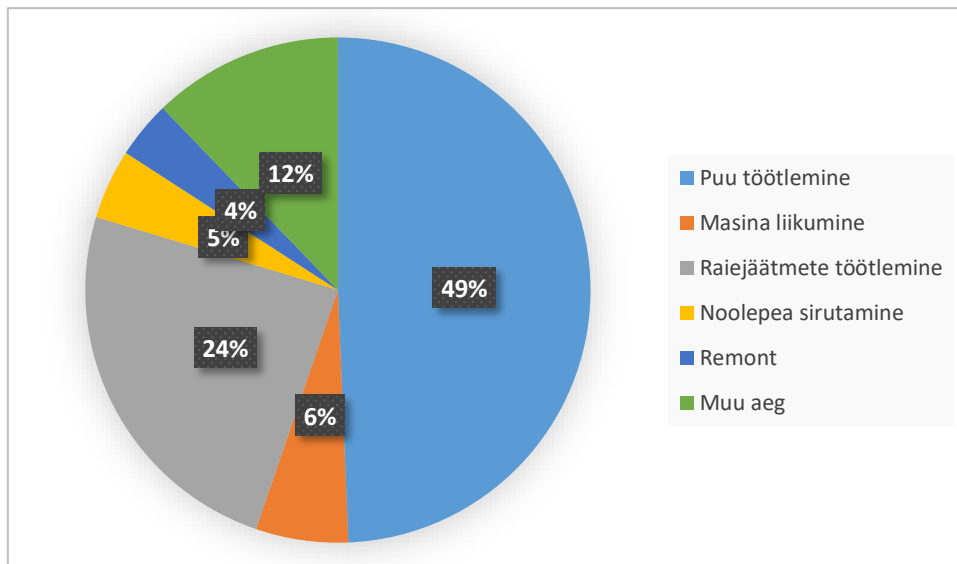


Joonis 4. Operaator A tööaja jagunemine

Kui kõik efektiivne tööaeg kokku võtta, mille hulka kuuluvad puu töötlemine, masina liikumine, noolepea sirutamine ning raiejäätmete töötlemine, moodustab see autori filmitud tööoperatsioonide ajast koguni 84%. Kiiresti teostatud remondile kulus väga minimaalselt aega – 3% ajast. Muu aja protsent, mis koosneb töö autori ja operaatori vestlusest, hõlmab 13% kogu ajakulust. Kui töö autor ei oleks vestelnud operaatoriga, siis efektiivse töö aja protsent olnuks tunduvalt kõrgem.

3.2 Tööaja jagunemise tulemused operaator B jälgimisel

Teine raieala, kus operaator metsaraie masina tööd jälgis ning jäädvustas, asub Valgamaal, Tõrva vallas, Lāti piiri läheduses. Nii nagu ka esimese raielangil puhul, jõudis töö autor ka teisele raielangile alles siis, kui operaator juba väikese osa oli ära raiunud. Küll aga oli langil väga palju alusmetsa ning hulgaliselt raiejäätmed ning seetõttu ei olnud operaator harvesteriga jõudnud oluliselt edasi liikuda.



Joonis 5. Operaator B tööaja jaotus.

Sektordiagrammilt on näha, et 49% autori poolt jälgitavast ajast, kulus operaatoril puu töötlemisele. Kõige rohkem kulus ühe puu töötlemisele 96,36 sekundit. Kõige vähem aega aga 14 sekundit. See aja vahe tuleneb konkreetsetelt töödeldavate puude diameetrite vahest. Keskmiselt kulus ühe puu töötlemisele 51,64 sekundit, mis näitab omakorda, et enamus töödeldavatest puudest olid üpris suure diameetriga, mida täheldas ka autor tööprotsessi jälgides.

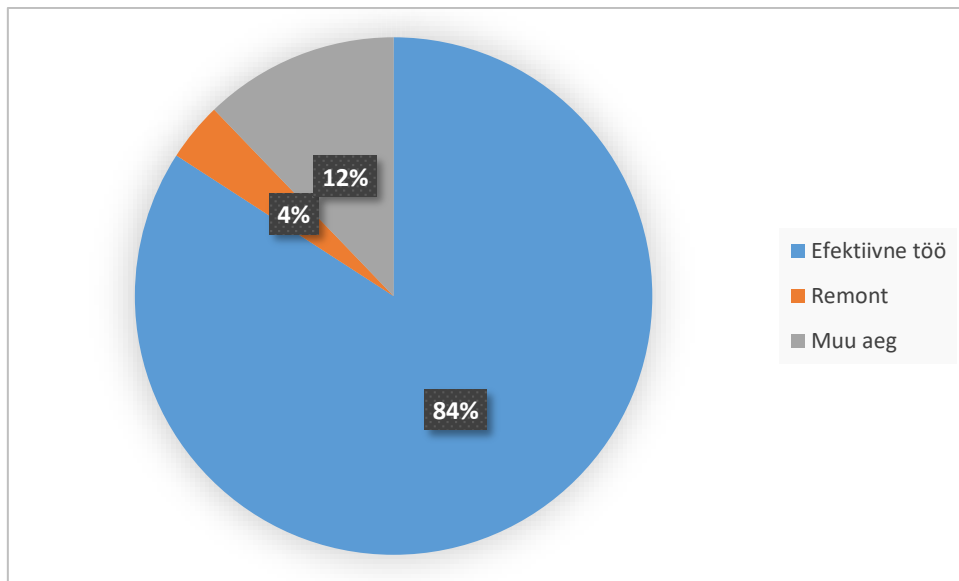
Teine kõige ajakulukam protsess raielangil oli raiejäätmete töötlemine. Oli selgelt näha, et alusmetsa raie ei olnud tehtud piisavalt hästi ning operaator pidi ka sellega tegelema. Samuti tekkis laasitud tüvedest küllaltki palju raiejäätmekülvandaid ning pidevalt oli operaatoril nendega tegemist. Kõige rohkem kulus raiejäätmekülvandade töötlemiseks operaatoril 184,5 sekundit, kõige vähem aga 2,95 sekundit. See vahe tulenes suurtest kuhjunud oksahunnikutest ning osaliselt üksikutest okstest, mille operaator asetas harvesteri rataste ette. Keskmiselt kulus raiejäätmekülvandade töötlemisele 27,29 sekundit.

Kolmandaks kõige aeganõudvamaks tegevuseks kujunes muu aeg-12%, ehk siis operaatoriga suhtlemine, sest autori filmitud aja jooksul ei teinud operaator mitte ühtegi endast tulenevat pausi.

Kuigi visuaalselt täheldas töö autor operaatori poolt masina liigutamist üpris palju, siis võrdluses teiste aegadega seda siiski palju ei olnud. Kõige rohkem kulus masina asukoha muutmisele operaatoril 15,6 sekundit, kõige vähem aga 1 sekund. Keskmiselt liikus masin 5,28 sekundit filmitud aja jooksul.

Noolepea sirutamine moodustas 5% autori filmitud ajast. Oli ka näha, et noolepea sirutamisel tegutses operaator läbimõttestatult ning vältis raskelt ligipääsetavaid kohti. Keskmine noolepea sirutus kestis 5,36 sekundit, kõige kauem võttis noolepea sirutamine aega 11,47 sekundit ning kõige vähem 2,36 sekundit. Kõige kiirem sirutus toimub just siis kui puu asub harvesteri ning lõikepea läheduses.

Alloleval joonisel on näha kogu tööaja jaotus kokku ning samuti remondi- ja muu aeg operaatoril B.



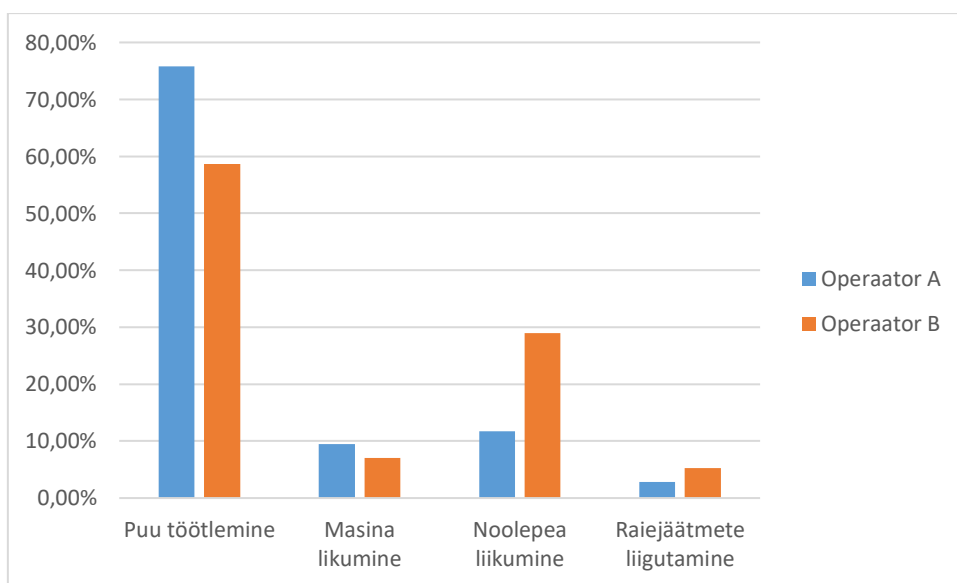
Joonis 6. Operaator B tööaja jaotus.

Sektordiagrammil on näha, et valdav enamus operaatorit jälgitavast ajast koosneb efektiivsest tööajast ehk ajast mil harvester reaalselt töö on. Esines vaid üks intsident, kus operaator hakkas kännu küljest lõikama lõikepea võimekusest suurema diameetriga tüve ning sellega põhjustas lõikepea keti purunemise. Muu aeg moodustus ajast, mil töö autor vestles masinaoperaatoriga ning kogus vajalikku infot.

3.3 Operaatorite võrdlus

Suurim erinevus kahe harvesteri operaatori vahel on tööstaaž. Esimene operaator on töötanud kogu 15-aastase kogemuse vältel ainult harvesteriga, seevastu teine operaator 20 aastat metsa väljaveomasinaga ning kõigest 2 aastat harvesteriga. Eemalt vaadates tõdes töö autor, et tööstaaži erinevust on silmaga näha nii masina liigutamisest kui tööoperatsioonidest. Pikema kogemusega operaatori masinajuhtimine oli tunduvalt sujuvam ning tööoperatsioonid läbimõeldumad ning kiiremad.

Mõlemad raiealad, kus operaatorid töötasid, sarnanesid üksteisele kasvukohatüübi poolest kui ka puistu koosseisu poolest, seega võib lugeda võrdlust küllaltki reaalseks, seda enam, et töö autor filmis mõlema operaatori tööaega võrdväärselt.



Joonis 7. Operaatorite A ja B efektiivse tööaja võrdlus

Tulpdiagrammilt operaatorite võrdlusena on näha, et mõlemal kulus puu töötlemiseks ülekaalukamalt kõige rohkem aega. Puu töötlemine võttis operaatoril A kogu tööajast kauem aega -75,84%, sel põhjusel, et teised tööoperatsioonid käisid tal tunduvalt kiiremini. Operaatoril B kulus efektiivse tööaja lõikes puu töötlemisele 58,64%. See näitab ka seda, et üldises plaanis töö põhieesmärk ehk lageraie teostus operaatoril A üsna kiiresti. Raiejäätmete liigutamisel operaatoril A kulus aega väga minimaalselt -2,86% , kuna

raiealal oli teostatud alusmetsa raie tunduvalt paremini kui operaatoril B, kuigi operaatoril A tuli ka olukordi ette, kus ta pidi väiksema diameetriga puid alusmetsast eemaldama. Noolepea sirutamisel oli raiealal autoril visuaalselt näha, et operaator A tegutses kiiremini puule lähenemisega kui operaator B, vastavalt 11,76% ja 29,01%. Võib järeldada, et see tuleneb operaatori iseloomust töö tegemisel ja samuti võib olla faktoritena kogemuse ning oskuste vahe töötada antud masinal. Masina liikumise puhul kulus operaatoritel A ja B küllaltki võrdväärselt aega – vastavalt 9,52% ja 7,02% ajast. Masina liikumisele kumbki operaator palju aega ei kulutanud, sest noolepea ja tüvede vahemaa oli pidevalt minimaalne, et oleks võimalik kiiresti ja efektiivselt langetustööd teha.

4. VÕRDLUS ALLAR HOLTSI (2013) LÕPUTÖÖGA

Võrreldava töö pealkiri on „Harvesteri Ponsse Beaver tööaja analüüs lageraie näitel“, Töö andmeid koguti 22. ja 25. veebruaril 2013. aastal Põlva maakonnas, Kanepi vallas ning avaldati samal aastal. Raieala, kus mõõtmised teostati, oli jänesekapsa kasvukohatüübi lank kogupindalaga 2,5 hektarit. Analüüsitava tööaega oli töös kokku 8 tundi 42 minutit ja 48 sekundit.

Esimese eraldise pindalaks oli 1 hektar, peapuuliigiks oli arukask. Teistest puudest esines seal kuuske, haaba, halli leppa. Eraldise kogutagavara oli 350 tihumeetrit. Teise eraldise pindalaks oli 0,5 hektarit, peapuuliigiks oli harilik kuusk. Peale kuuse oli seal veel mändi, haaba ning kaske. Kolmas eraldis oli ühe hektari suurune, peapuuliigiks harilik kuusk. Peale kuuse oli seal veel arukaske ja harilikku mändi. Eraldise tagavara oli 395 tihumeetrit.

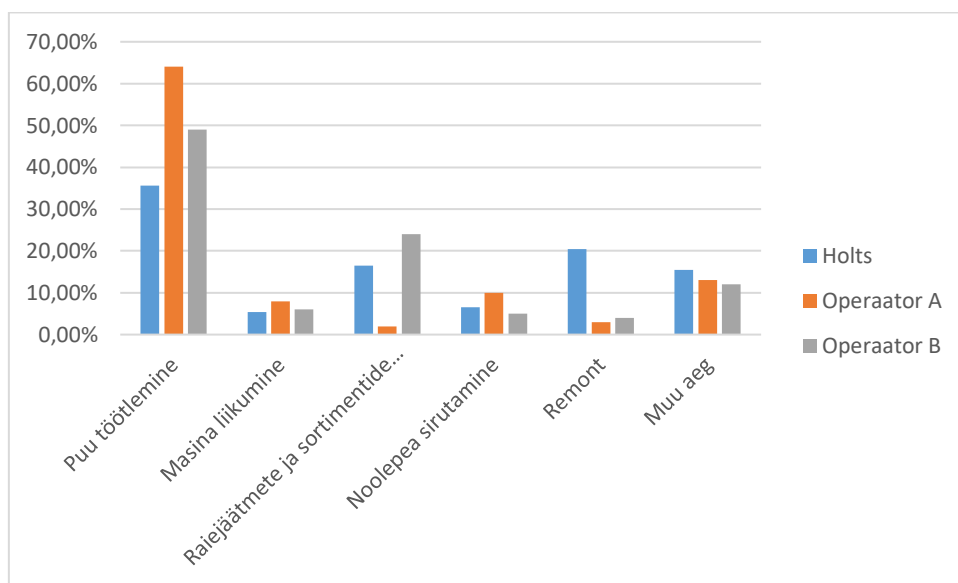
Holtsi töös oli uuritud ühte metsaraie masinat ning samuti ühte operaatorit. Masinaks oli Ponsse Beaver 2004. Masinal kasutati lõikepead Ponsse H53. Operaatoriks oli 55. aasta vanune mees, kes ei olnud metsandusala haridusega ning harvesteriga töötamise oskuse oli ta omandanud töö käigus. Eelnevalt harvesteriga töötamist, oli operaator ka forvarderiga töötanud 3 aastat.

Andmete analüüsis kajastub Holtsi töös, et kõige aeganõudvam protsess, mida autor enda tööga võrdleb oli puu töötlemine, mis moodustas 27,9% kogu filmitud ajast. Teise suurima osa ajast moodustas masina remont 20,7%. Raiejäätmete töötlemine moodustas 15,6% ajast, noolepea sirutamisele 6,6%, masina liikumine 5,4% ja muu ajakulu 8,4% ajast.

Allar Holtsi töös kasutatavad tööoperatsioonide kirjeldused ühtivad selle töö autori tööoperatsioonide kirjeldustega ja kohati ka nimetustega ning seetõttu saab tuua täpseid võrdlusi. Ainuke erinevus seisneb selles, et Holtsi töös on lisaks puu töötlemise-, okste kohendamise-, remondiaja-, liikumise-, langetuseks valmistumise ning muu tegevusele ka langetamine, kalibreerimine ja palkide kohendamine, mida selle töö autor eraldi ei mõõtnud. Allar Holtsi töös noolepea sirutamist on kirjeldatud terminiga „langetuseks valmistumine“.

Antud töös on termin raiejäätmete liigutamine, kuid Holtsi töös okste kohendamine. Siiski saab piisava sarnasuse puhul teha väga sobiva võrdluse tööoperatsioonides.

Töö autor võttis võrreldavaks raiealaks Tõrva vallas asuva 9 hektarilise ning Valga vallas oleva 4,2 hektarilise raieala ja pani selle võrdlusesse Allar Holtsi analüüsitud 3 eraldisega. Operaatoritest kajastuvad võrdluses Holtsiga nii operaator A kui ka operaator B. Ajavõrdluseid saab tuua 6, milledeks on puu töötlemine, liikumine, okste kohendamine ehk selles autori poolt tehtavas töös raiejäätmete liigutamine, mis läheb võrdlusesse nimetusega „raiejäätmete liigutamine“. Samuti on erinev võrreldava tööga termin „noolepea sirutamine“, mida Holts on kirjeldanud terminiga „raieks valmistumine“. Võrdluses kajastub see tööoperatsioon nimetusega noolepea sirutamine. Puu töötlemisel on Holts eraldanud laasimise ja järkamise langetamisest. Mitte efektiivse töö alla kuuluvad võrdlusesse lisaks remont ja muu aeg. Holtsi muu aja alla kuulub samuti ka kalibreerimine, mida ta käsitles enda töös eraldi võrdlusena teistest aegadest. Võrdlus operaatorite vahel kajastub allolevas tulpdiagrammis.



Joonis 8. Autori operaatorite A ja B võrdlus Holtsi(2013) uurimuse tulemusena

Võrdlusest Holtsi andmetega on näha, et suurimad ajakulu vahed on puu töötlemisel ja remondil. Esimene neist erineb drastiliselt just sellepärast, et Holts eraldas langetamise aja laasimisest ja järkamisest. Kindlasti tuleneb vahe ka operaatorite staažist, oskustest ning töövõtetest. Teiseks suurimaks vaheks on remondiaeg, sest töö autori filmimise ajal pidi operaator kõigest lõikepea keti saelehele tagasi panema, kuid Holtsi filmimise ajal purunes lõikepea hüdrovoolik ning hüdrovooliku otsa käiv 90 kraadine põlv. Raiejäätmete

liigutamine on kolmas suurim ajaerinevus. Põhilise põhjusena võib välja tuua selle, et Holtsi uuritavas töös kirjeldas operaator, et kuna raie toimus külmal perioodil, siis oksad murdusid kergelt puu langetamisel ja jäid metsa alla, mis tuli omakorda tõsta kokkuveoteele.

Tulpdiagrammist on näha, et teised ajalised erinevused on küllaltki väikesed. Võib arvata, et nende puhul mängib rolli operaatorite staaživahe, raieala iseloom ning töövõtted.

Nii nagu ka operaator A ja Holtsi võrdlusest välja tuli, on näha, et ka operaator B võrdluses on suurimad ajalised vahed puu töötlemine, remont ning raiejäätmete liigutamine. Teistes tööprotsessides ning muu ajas on erinevused väiksemad. Võrdluses kajastub kindlasti autorite inimlik eksimisfaktor, mis on ajamõõtmine. Samuti on aegade vahed sõltuvad masina iseärasustest nagu näiteks liikuvus, kraana pikkus, löikepea erinevus. Puhast tööaega Holtsi uurimuses oli 64% ning autori tehtud töös mõlemal operaatoril 84%. Määravaks teguriks puhta tööaja vahel on see, et Holtsi töös tegeles masinaoperaator ka kalibreerimisega, mida antud töö autor videomaterjali kogumise ajal ei näinud ning mis sisse ei jäänud.

5. JÄRELDUSED JA ETTEPANEKUD

Autori poolt filmitud tööprotsessidest ning hiljem analüüsidest ja võrreldes tulemusi, selgus, et siiski ka praegusel ajal esineb raietöödel endiselt puudusi, mis on tingitud just inimteguritest. Mõlemal raiealal, kus filmimine aset leidis, oli näha sarnaseid töövõtteid, mis oluksid olemata, kui harvesterraiet eelnev töö oleks korrektselt tehtud.

Raie töö vaatlemisel oli näha, et ühel raiealal alusmetsa- ning võsaraie oli teostatud poolikult ning seetõttu läks harvesteri operaatoril raiejäätmete liigutamisel ning sortimentide jaotamisel tunduvalt rohkem aega. Peale täiendava infopärimise selgus ka, et lõikepea H6, mida harvester kasutas, ei ole masinale sobivatest lõikepeadest kõige suurem ning seetõttu langes töö efektiivsus suurema diameetri puude langetamisel tunduvalt. Operaator B jälgimisel oli mitmeid kordi näha, et lõikepea ei läinud langetamiseks sobivalt ümber puu tüve ning seetõttu tuli teha mitmeid ettelõikeid, et tüvi kännu küljest lahti tuleks.

Nii operaator A kui ka operaator B raiealal oli väga mitmeid väiksemaid puid jäetud võsalõikamisest püsti ning seetõttu pidid mõlemad operaatorid tegelema kohati ka alusmetsa raiega, millele kulus küllaltki arvestatav aeg, mis võinuks kuluda efektiivsele tööle, millega operaator endale reaalselt palka teeniks.

Peale kogutud andmete töötlemist ning analüüsi võib järeldada, et harvesteri tööd saaks lageraiel muuta veel efektiivsemaks. Efektiivsust tõstaks masinaoperaatorite täiendkoolitused ning lageraie teostamisele eelnev parem ettevalmistus. Kindlasti aitaks raiekvaliteedile kaasa ka tööde ajal tehtav kontroll kas siis võsalõikuse ajal või harvesterraiet ajal. See aitaks parandada nii töötulemusi kui ka tööefektiivsust.

KOKKUVÕTE

Antud lõputöö eesmärgiks oli uurida harvester Ponsse ScorpionKing tööaja jaotumist lageraiel. Tööaja filmimise pikkuseks kulus 6 tundi ja 32 minutit ning seda aega analüüsid sai autor teha erinevaid võrdlusi ning tuua välja põhjused, miks ühe või teise operatsiooni jaoks kulus mingi kindel aeg. Tööprotsessideks, mida autor filmis ning analüüsis olid puu töötlemine, masina liikumine, raiejäätmete liigutamine, noolepea sirutamine, millele lisandusid nii remondiaeg kui ka muu aeg. Töö eesmärgid said täidetud ning vastavad diagrammid tööaegade põhjal tehtud.

Mõõtmistulemustest tuli välja, et kõige rohkem kulus operaatoritel aega puu töötlemiseks, mis oli operaatoril A 64% kogu ajast ning operaatoril 49% B kogu ajast. Noolepea sirutamisele kulus operaatoril A 10% filmitud ajast ning operaatoril B 5% kogu ajast. Kolmas kõige aeganõudvam efektiivne töö oli masina liikumine, millele kulus operaatoril A 8% ajast, operaatoril B aga 6% ajast. Just sellepärast, et alusmetsa raie oli tehtud väga ebasoodsalt harvesteri jaoks, kulus operaatoril B raiejäätmete töötlemisel koguni 24% ajast, seevastu operaatoril A kulus kõigest 2% ajast, mis kajastus ka paremini tehtud võsaraiest, kuigi kohati pidi ka operaator A tegelema alusmetsa raiega. Remondile kulus nii operaatoril A kui ka operaatoril B väga väike aeg, milledeks olid vastavalt 3% ning 4% filmitud ajast. Mõlemad operaatorid pidid tegelema sarnase probleemiga, milledeks olid lõikepea saeketi vahetus ning maha tulnud keti tagasipanek. Muu aeg, mil masin töös ei olnud ning mil operaatorid töö autoriga suhtlesid, oli vastavalt 13% operaatoril A ning 12% operaatoril B.

Operaatorite võrdluses, mis kajastus tulpdiaagrammides, võis järeldada, et staaživahe ei ole alati kõige olulisem aegade erinevuse faktor lageraie juures. Tihtipeale ei sõltu tööefektiivsus operaatoritest endast, vaid masina iseärasustest ning konditsioonist.

Antud lõputöö tegemine andis autorile lageraiest ning harvesteri tööst hulga parema ülevaate ning arusaama, kuidas ja mismoodi tööoperatsioonid kõige efektiivsemalt teostuvad. Samuti sai töö autor teadmisi operaatorite igapäeva elust ning väljakutsetest, millega peavad operaatorid päevast-päeva tegelema. Kindlasti tuleb saadud info ning teadmised tulevikus kasuks.

Tööprotsesse pikemas perspektiivis filmides, saaks kindlasti parema ülevaate ning põhjalikuma analüüsi, kuid suures plaanis ajad drastiliselt ei muutuks. Seda näitasid ka teised varem tehtud tööd.

KASUTATUD KIRJANDUS

Forest Operations Equipment Catalog. Forest and Rangelands kodulehekül
<https://www.forestsandrangelands.gov/catalog/equipment/harvester.shtml> (2017)

Fotod Joonas Horni erakogust (28.03.2018)

Holts, A. (2013). Harvesteri Ponsse Beaver tööaja analüüs lageraie näitel. (Bakalaureusetöö). Tartu: Eesti Maaülikooli metsandus- ja maaehitusinstituut. 36. lk. Käsikiri EMÜ metsakorralduse ja metsatööstuse õppetoolis.

Keso, K. Kirves ja harvester (08.11.2016) Keskus internetilehekül
<http://kes-kus.ee/kirves-ja-harvester/> (18.05.2018)

Kurvits, V (2013) . Harvesterraie (õppematerjal).

Lõputöö vormistamise nõuded (2017). Koostanud Eesti Maaülikool.
<http://www.emu.ee/userfiles/emu2015/baka%20VORMISTAMISE%20N%C3%95UDED%202017.pdf> (23.05.2018)

Nurminen, T., Korpunen, H., Uusitalo, J. (2006). Time consumption analysis of the mechanized cut-to-length harvesting system.- Silva Fennica. 40(2), lk 335-363.

Ponsse	kodulehekül.	Ponsse	ScorpionKing
http://www.ponsse.com/products/harvesters/scorpionking			(24.04.2018)
Ponsse	Scorpionking		brošüür
http://www.ponsse.com/content/download/9107/203130/file/PONSSE_Scorpion_ENG.pdf			
(01.05.2018)			

Takseerikirjeldus	langi	kohta	–	katastritunnus:	20801:001:0481	Metsaregistri
koduleheküljelt.				–		Metsaregister.
https://register.metsad.ee/#/						(22.04.2018)

Takseerikirjeldus	langi	kohta	–	katastritunnus:	28901:001:0048	Metsaregistri
koduleheküljelt.				–		Metsaregister.
https://register.metsad.ee/#/						(22.04.2018)

SUMMARY

The aim of the thesis was to analyze harvester Ponsse ScorpionKing work time distribution on the clear cuttings. Work time filming length took 6 hours and 32 minutes and when analyzing this time, the author could make different comparisons and also bring out reasons why one or the other operation took certain time. The work processes that author filmed and analyzed were tree processing, machine movement, moving branches, extending the crane and in addition also repair time and miscellaneous time. The main goals of the thesis were met and respective diagrams of working time were done.

It came out in the measurement results that the most time consuming process that took for the operators was tree processing, which took 64% of time for the operator A and 49% of time for the operator B. Extending the crane took 10% of filming time for the operator A and 5% of the time for operator B. Third most time consuming effective work was machine movement, which took 8% of time for the operator A, for the operator B 6% of time. Due to unfavorable cutting of the underwood for the harvester, it took 24% of the whole time for the operator B, meanwhile it took just 2% of time for the operator A, which reflected from better underwood cutting, though operator A had to deal occasionally with underwood cutting. For repairs, it took very small amount of time for the operators A and B, which were respectively 3% and 4% of filming time. Both of the operators had to deal with same problem, which were cutting head saw chain changing and laying back of saw chain which came off. Miscellaneous time, when the machine did not work and when the operators communicated with the author of the thesis was respectively 13% for the operator A and 12% for the operator B.

In comparison of the operators, which reflected in the bar charts, the author could conclude that the difference between work experience is not always the main factor in time difference on clear cutting. The work efficiency often do not depend on the operators, but also on the machine's peculiarity and condition.

The making of the thesis gave much better overview on the clear cutting and on the harvester work, as well understanding how work operations carry out in the most effective way. Also

the author of the thesis acquired knowledge of the operators everyday life and challenges they have to deal with daily. Most certainly the information that author got from the current thesis will be useful in the future.

Definetly would get a better overview of work processes in long perspective by filming, also thorough analysis but in the bigger picture times of the processes will not change drastically. Other previously completed thesis showed the same.

LISAD

Lisa 1. Ponsse ScorpionKing tehnilised andmed

Mass ja mõõtmed

Tühimass: 22500 kg

Pikkus: 8020 mm

Laius: 2690 – 3085 mm

Kliirens: 55mm

Transpordi kõrgus: 3720 mm

Kraana

Tüüp: C50

Pöördemoment: 57 kNm

Kaldenurk: esimene/tagumine ± 15 kraadi, külgsuunas ± 12 kraadi

Kraana pöörlemisraadius: 280 kraadi

Jõud tõstmise hetkel: 252 kNm

Ulatus: 10/11 m

Mootor

Mudel: MB OM936LA EU Stage IVF (Euroopa)

Võimsus: 210 kW

Pöördemoment: 1150 Nm

Tõmbejõud: 180 kN

Kütusepaagi mahutavus: 320 liitrit

Hüdrauliline süsteem

Kontrollsüsteem: PONSSE OptiControl

Harvesteri põhipump: 190 cm³

Kraana pump: 145 cm³

Rehvid

Eesmised: 600/55-,710/45

Tagumised: 600/55-,710/45

Lisa 2. Lõikepea tehnilised andmed

Lõikepea mudel: H6

Kaal: 1050 kg

Söötmisüsteem: 3 rullikut

Etteandejõud: 25 kN

Maksimaalne lõikepea ava laius: 600 mm

Etteande kiirus: 6 m/s

Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, Joonas Horn

(sünniaeg 15.03.1993 39303155724)

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda koostatud lõputöö Harvesteri Ponsse ScorpionKing tööaja uurimine lageraiel mille juhendaja on Vahur Kurvits

- 1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
- 1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja
- 1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

- 2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;
- 3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor _____

(allkiri)

Tartu, 24.05.2018

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)

